

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Mai 2003 (08.05.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/038875 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 21/027, C23C 16/26, H01L 21/314, C23C 16/27, G03F 7/09, 7/11

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04034

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmelde datum:
29. Oktober 2002 (29.10.2002)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): CZECH, Guenther [DE/DE]; Seeligstrasse 17, 01465 Langebrück (DE). FUELBER, Carsten [DE/DE]; Bachstrasse 15, 01099 Dresden (DE). KIRCHHOFF, Markus [DE/DE]; Steinstrasse 9, 01458 Ottendorf-Okrilla (DE). STEGEMANN, Maik [DE/DE]; Schunckstrasse 3, 01157 Dresden (DE). VOGT, Mirko [DE/DE]; Burckhardstrasse 9, 01307 Dresden (DE). WEGE, Stephan [DE/DE]; Hauptstrasse 7 A, 01474 Weissing (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

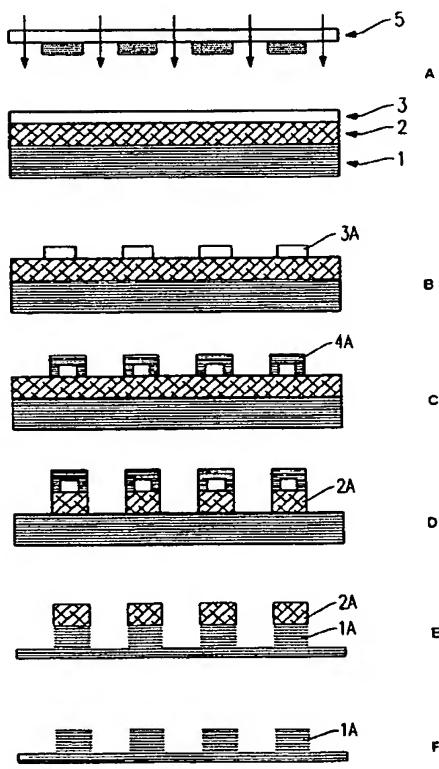
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 53 310.1 29. Oktober 2001 (29.10.2001) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PHOTOLITHOGRAPHIC STRUCTURING BY MEANS OF A CARBON HARD MASK LAYER WHICH HAS A DIAMOND-LIKE HARDNESS AND IS PRODUCED BY MEANS OF A PLASMA-ENHANCED DEPOSITION METHOD

(54) Bezeichnung: PHOTOLITHOGRAPHISCHES STRUKTURIERUNGSVERFAHREN MIT EINER DURCH EIN PLASMAUNTERSTÜTZTES ABSCHEIDEVERFAHREN HERGESTELLTEN KOHLENSTOFF-HARTMASKENSCHICHT DIAMANTARTIGER HÄRTE



(57) Abstract: According to the invention, a carbon hard mask layer (2) is applied to a substrate to be structured (1) by means of a plasma-enhanced deposition method in such a way that it has a diamond-like hardness in at least one vertical section of a layer. During the production of said diamond-type vertical section of a layer, the deposition parameters are adjusted in such a way that certain diamond-type growth regions are removed in situ by means of subsequent etching processes, and other diamond-type regions remain.

(57) Zusammenfassung: Eine Kohlenstoff-Hartmaskenschicht (2) wird derart durch ein plasmaunterstütztes Abscheideverfahren auf ein zu strukturierendes Substrat (1) aufgebracht, dass sie in mindestens einem Schichtdickenabschnitt eine einem Diamanten vergleichbare Härte aufweist. Bei der Erzeugung dieses diamantartigen Schichtdickenabschnitts werden die Parameter bei der Abscheidung derart eingestellt, dass andere als diamantartig entstehende Wachstumsbereiche in-situ durch nachfolgende Ätzprozesse wieder entfernt werden und dass diamantartig entstehende Bereiche bestehen bleiben.

WO 03/038875 A2



(74) Anwalt: **LAMBSDORFF, Matthias**; Dingolfinger
Strasse 6, 81673 München (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent
(DE, FR, GB, IE, IT).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Photolithographisches Strukturierungsverfahren mit einer
5 durch ein plasmaunterstütztes Abscheideverfahren
hergestellten Kohlenstoff-Hartmaskenschicht diamantartiger
Härte

Die vorliegende Erfindung bezieht sich generell auf das Ge-
10 biet der Strukturierungsverfahren für die Halbleitertechnolo-
gie, bei welchen eine Schicht an der Oberfläche eines
Substrats strukturiert werden soll. Insbesondere betrifft die
Erfindung dabei ein Strukturierungsverfahren nach dem Oberbe-
griff des Patentanspruchs 1.

15 Bei der Fertigung von Halbleiterbauelementen tritt häufig das
Erfordernis auf, dass in einem Verfahrensschritt eine Struk-
turierung durch Ätzen durchgeführt werden muss, bei der die
zu entfernenden Abschnitte mindestens teilweise durch ein Si-
20 liziumoxid oder Siliziumnitrid gebildet werden. Ein Beispiel
hierfür ist die Herstellung von Halbleiterspeicherzellen,
welche einen Grabenkondensator und einen Auswahltransistor
aufweisen. Während der Grabenkondensator auf einer Seite mit
dem Auswahltransistor elektrisch durch eine vergrabene Brücke
25 ("buried strap") verbunden wird, wird auf der anderen Seite
des Grabenkondensators ein Isolationsgebiet (STI, "shallow
trench isolation") erzeugt, durch welches der Grabenkondensa-
tor von einer benachbarten Speicherzelle elektrisch isoliert
wird. Die Erzeugung des STI-Isolationsgebiets erfolgt durch
30 einen Strukturierungsschritt, bei welchem ein Oberflächenab-
schnitt entfernt wird, der durch einen Teilausschnitt des zu-
vor erzeugten Grabenkondensators gebildet wird. Dies bedeu-
tet, dass nicht nur Silizium geätzt werden muss, sondern auch
Siliziumoxid, da der Grabenkondensator in seinem oberen Ab-
35 schnitt einen Isolationskragen aus Siliziumoxid aufweist. Da
sich an der Oberfläche des zu entfernenden Abschnitts zumeist

eine Siliziumnitridschicht befindet, muß somit durch den Ätzprozeß auch Siliziumnitrid geätzt werden können.

Bezüglich der Erzeugung von STI-Isolationsgebieten bei der
5 Herstellung der genannten Speicherzellen wird beispielhaft
auf die deutschen Offenlegungsschriften DE 199 41 148 A1 und
DE 199 44 012 A1 verwiesen.

Angesichts der lateralen Dimensionen des Grabenkondensators,
10 die in der Größenordnung von 100 - 200 nm liegen, stellt der
genannte Prozess der Erzeugung des STI-Isolationsgebiets
höchste Anforderungen an die Lagegenauigkeit, Maßhaltigkeit
und Flankensteilheit des anzuwendenden Ätzprozesses, da sich
die zu erzeugende Flanke der zu ätzenden Vertiefung mit äu-
15 ßerst geringem lateralem Lagefehler innerhalb des Grabenkon-
densators auf der der Leitungsbrücke abgewandten Seite be-
finden muss.

Zur Erzeugung kleinster Strukturen auf der Halbleiteroberflä-
che als auch zur Einhaltung geringster Variationen der Struk-
turbreiten über den Chip, den Wafer oder das Los ist es not-
wendig, dass die Reflexion von Licht der Belichtungswellen-
länge an der Waferoberfläche (Grenzfläche Photolack -
Substrat) möglichst vollständig unterbunden wird, um störende
25 Interferenzeffekte auszuschalten. Dies gilt besonders für Be-
lichtungswellenlängen bei und unter 248 nm (193 nm, 157 nm)
aufgrund der zunehmenden Reflektivität der Substrate. Weiter-
hin muss zur Erzielung einer möglichst großen Tiefenschärfe
bei der Belichtung die zu belichtende Lackschicht einerseits
30 möglichst dünn sein. Um die Strukturübertragung, insbesondere
bei Kontaktlöchern, zu realisieren, ist jedoch angepaßt an
die zu ätzende Schichtdicke eine ausreichende Maskendicke
und/oder eine hohe Ätzresistenz der Maske (Selektivität der
Maske) notwendig.

Diesem Problem kann durch die folgenden im Stand der Technik bekannten Verfahren begegnet werden, die sämtlich darauf beruhen, dass eine zusätzliche Hilfsschicht verwendet wird.

- 5 In der EP 0 492 253 A1 ist ein Photostrukturierungsverfahren beschrieben, bei welchem zwei Photoresistschichten verwendet werden. Eine obere, relativ dünne Photoresistschicht (Topresist) wird nach der Strukturierung mit einem siliziumhaltigen Agens resistent gegen Trockenätzen im Sauerstoffplasma gemacht. In diesem nachfolgenden Trockenätzschritt wird die Struktur des Topresists mit dem exakten Maß der für die Strukturierung verwendeten Maske und mit senkrechten Flanken in eine untere, relativ dicke Photoresistschicht (bottom resist) übertragen. In Folge der chemischen Verstärkung des strukturiertem Topresists hat dieses Verfahren die Bezeichnung CARL (Chemische Aufweitung von Resist Linien) erhalten. Der Bottomresist dient während der Ätzung des Substrats als eigentliche Maske. Der Bottomresist selbst muss anschließend in einem speziellen Ätzverfahren, beispielsweise 15 mit O₂ oder SO₂ entfernt werden. Derartige Photoresistmasken haben insbesondere während der Ätzung von Kontaktlöchern mit sehr hohem Aspektverhältnis den entscheidenden Nachteil, dass sich die aus dem Resist während der Ätzung entstehenden Polymere nicht kontrollieren lassen. Dies kann für sehr kleine 20 Strukturen zu einer starken Reduktion des Ätzprozessfensters führen.

Des Weiteren sind Verfahren bekannt, bei denen als Hilfschicht eine sogenannte Hartmaske verwendet wird. In der 30 Deutschen Patentschrift DE 195 04 434 C1 wird eine Photolackschicht auf einer Maskenschicht aus einem siliziumhaltigen Dielektrikum entsprechend einer vorgegebenen Struktur belichtet und unter Verwendung von Lösungsmittel strukturiert. Die Photolackschicht wird verwendet, um die Struktur in die Maskenschicht zu übertragen, wobei ein modifiziertes anisotropes 35 Plasmaätzverfahren eingesetzt wird, bei welchem der chemische Anteil der Ätzung dominiert. Anschließend wird der Photolack

entfernt und die strukturierte Maskenschicht kann als Maske für ein Trockenätzverfahren zur Strukturierung des Substrats verwendet werden. Es sind ferner ähnliche Verfahren bekannt, bei denen Hartmasken aus Polysilizium eingesetzt werden. Die 5 Polysilizium-Hartmaskenschicht wird dabei in einem Ofenprozess bei Temperaturen zwischen 600° C und 700° C abgeschieden, wodurch Probleme aufgrund der Wärmeverbelastung der bereits erzeugten Schaltungsstrukturen resultieren können. Ein generelles Problem der eben genannten Hartmaskenmaterialien liegt 10 darin, dass sie in einem speziellen Ätzschritt geöffnet werden müssen. Ein weiterer Nachteil liegt darin, dass sie zu meist - wie bei dem Beispiel Polysilizium - nicht als antireflektierende Schichten tauglich sind.

15 Bislang sind antireflektierende organische Schichten bekannt, die durch Aufschleuderverfahren vor der eigentlichen Belackung mit dem zu belichtenden Photoresist mit einem Track auf die Oberfläche des Wafers gebracht werden. Diese Schichten können jedoch nicht als Hartmaskenschichten verwendet werden 20 und die Reflexion lässt sich auch nur bis auf ca. 10 % reduzieren. Des Weiteren sind anorganische Oxynitride, die mit einem CVD-Verfahren aufgebracht werden, als antireflektierende Schichten bekannt, wobei sich die Reflexion nicht unter 10 % reduzieren lässt. Zumindest für den Einsatz bei Oxidätz- 25 prozessen sind diese Schichten ebenfalls nicht als Hartmaskenschichten tauglich.

Es ist weiterhin aus den Druckschriften US-PS 5,378,316, US-PS 5,656,128 und EP 0 808 481 B1 bekannt, zur photolithografischen Strukterzeugung eine Hartmaskenschicht aus Kohlenstoff einzusetzen. Es wird darin vorgeschlagen, die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht durch ein PECVD (plasma enhanced chemical vapor deposition)-Verfahren abzuscheiden, wodurch gezielt Wasserstoff in die Kohlenstoffschicht eingebaut werden 30 kann. Bei diesem Verfahren werden üblicherweise Drücke von ca. 1 - 10 Torr des Plasmas in der Reaktorkammer und Substrattemperaturen um die 400° C eingestellt. Durch die 35

PECVD-Abscheidung entsteht eine hoch verdichtete antireflektierende Schicht, die bereits recht gute Eigenschaften als Hartmaske aufweist und deren Brechungsindizes durch das Verfahren einstellbar sind. Damit ist ein Abgleich zwischen optischem Verhalten und Ätzresistenz möglich. Die Herstellung der Kohlenstoff-Hartmaskenschicht durch das PECVD-Verfahren liefert gute Ergebnisse, solange die Abscheidung auf planaren Strukturen erfolgen kann. Wenn die Abscheidung jedoch auf einer topografischen Struktur zu erfolgen hat, welche Löcher, Gräben oder Erhebungen aufweist, so beinhaltet das PECVD-Verfahren den Nachteil, dass die Kohlenstoffschicht nicht optimal in die Gräben und Löcher eingefüllt wird und zudem auch keine planarisierende Wirkung aufweist. Ein weiterer Nachteil ist, dass im allgemeinen die Hartmaskenqualität der Kohlenstoff-Hartmaskenschicht mit zunehmender Härte, d.h. zunehmenden Diamantanteil, in der Schicht und mit sinkendem Wasserstoffgehalt zunimmt, beide Kriterien jedoch mit dem PECVD-Verfahren nur begrenzt realisierbar sind. So ist der Diamantanteil der mit PECVD abgeschiedenen Schichten nahezu Null und der Wasserstoffgehalt kann nicht unter 15% gedrückt werden.

Aus der bereits genannten US-PS 5,378,316 ist zudem bekannt, die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht nicht direkt über den Photolack zu strukturieren, sondern über eine aus SiO₂ gefertigte Zwischenschicht. Dies hat den Vorteil, dass die Photolackschicht dünner ausgeführt werden kann, wodurch ein größerer Spielraum bei der Einstellung der Prozeßbedingungen der Lithographie bei der Strukturierung des Photolacks gewonnen werden kann.

In der US-PS 5,981,398 wird ein Strukturierungsverfahren mit einem chlorhaltigen Plasma unter Verwendung einer Hartmaske beschrieben. Als Hartmaskenmaterial wird unter anderem eine amorphe Kohlenstoffschicht beschrieben, die durch ein HDP-(high density plasma)CVD-Verfahren hergestellt wird. Die darin beschriebenen Ätzprozesse dienen der Herstellung und Strukturierung von elektrisch leitfähigen Materialien, insbe-

sondere (Al-)Leiterbahnmaterialien. Es wird jedoch nicht genauer beschrieben, wie die Prozessführung erfolgen soll, damit eine Kohlenstoff-Hartmaskenschicht hoher Qualität erzielt werden kann.

5

Es ist demzufolge Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Herstellungsverfahren für eine Kohlenstoff-Hartmaskenschicht anzugeben, mit welchem die Schicht einerseits auf jeder beliebigen Topographie abgeschieden werden kann und andererseits die Schichteigenschaften besser zwischen optimalen antireflektierenden Eigenschaften und optimalen Ätzresistenzeneigenschaften eingestellt werden können.

10 Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

15 Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung besteht darin, die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht durch ein plasmaunterstütztes Abscheideverfahren abzuscheiden und die Abscheidung derart durchzuführen, dass die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht in mindestens einem Schichtdickenabschnitt eine einem Diamanten vergleichbare Härte aufweist.

20 25 Dabei kann vorgesehen sein, dass sich der genannte Schichtdickenabschnitt über die gesamte Kohlenstoff-Hartmaskenschicht erstreckt und somit die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht über ihre gesamte Dicke optimale diamantähnliche Härteeigenschaften und Ätzresistenzeneigenschaften aufweist. Es ist aber ebenso möglich, dass die Schicht nur in einem begrenzten Schichtdickenabschnitt eine diamantähnliche Härte aufweist und in den übrigen Schichtdickenabschnitten eine davon abweichende Härte aufweist.

30

35 Wenn im folgenden des öfteren die Termini „diamantartig“ oder „graphitartig“ verwendet werden, so bezieht sich dies nicht

notwendigerweise auf die Struktur der aufgebrachten Schicht. Auch wenn die Schicht mit diamantartiger Härte aufgebracht wird, so kann und wird die Kristallstruktur in der Regel eine amorphe Kohlenstoffstruktur sein.

5

Bei der Erzeugung des diamantartigen Schichtdickenabschnitts können die Parameter bei der Abscheidung derart eingestellt werden, dass graphitartig entstehende Bereiche durch nachfolgende Ätzprozesse in-situ wieder entfernt werden und dass nur 10 diamantartig entstehende Bereiche bestehen bleiben. Solche die Ätzprozesse fördernden Parameter sind beispielsweise die Zufuhr ionisierbarer Gase wie Argon und/oder Neon in die Reaktorkammer, durch die ein zusätzlicher Ionenbeschuss bei der Abscheidung herbeigeführt wird. Ein weiterer die Ätzprozesse 15 fördernder Parameter ist der Wasserstoffanteil in der Gasphase.

Diese Parameter können während dem Schichtwachstum variiert werden, so dass die entstehende Kohlenstoff-Hartmaskenschicht 20 über ihre Schichtdicke in ihren Eigenschaften verändert werden kann.

Der Strukturierungsprozess kann so erfolgen, dass auf das zu strukturierende Substrat zunächst eine Kohlenstoff-Hartmaskenschicht wie angegeben aufgebracht und anschließend auf die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht eine Photoresistschicht aufgebracht wird. Nach dem Belichten und Entwickeln der Photoresistschicht zur Erzeugung einer vorgegebenen Struktur wird 25 diese Struktur in die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht übertragen. Die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht dient dann als eigentliche Ätzmaske zum Ätzen des Substrats.

Es kann ebenso vorgesehen sein, dass die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht über eine ätzresistente Zwischenschicht 35 strukturiert wird, die beispielsweise durch eine Siliziumoxidnitridschicht gebildet sein kann.

Als Abscheideverfahren kann vorteilhaft ein sogenanntes HDP- (high density plasma) Abscheideverfahren verwendet werden. Dies erweist sich insbesondere dann als vorteilhaft, wenn die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht auf einer topographischen

- 5 Struktur erzeugt werden soll, da sich gerade bei der Wahl dieses Abscheideverfahrens der Kohlenstoff besonders gut lunkerfrei in Löcher und Gräben eingefüllt werden kann.

Die HDP-Abscheidung kann beispielsweise bei Drücken von ca. 1
10 - 200 mTorr durchgeführt werden und die Substrattemperatur kann in einem Bereich zwischen 200° C - 750° C, vorzugsweise 600° C - 750° C, geregelt werden.

Im übrigen sind für das HDP-Verfahren die in der DE 199 04
15 311 A1 enthaltenen Angaben maßgebend, die hiermit in den Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung einbezogen wird. Ein HDP-Reaktor zur Erzeugung eines hochdichten Plasmas umfaßt eine zentrale Kammer, in der Halbleiter- oder Isolatorsubstrate auf einem Boot sitzen, das die Substrate
20 nicht beeinträchtigt oder irgendwelche Verunreinigungen in die Substrate einführt. Die zentrale Kammer besteht aus einem Material, das Drücken um 1 mTorr oder weniger widerstehen kann, bei derartigen Drücken minimal ausgast und zu keinen Verunreinigungen Anlaß gibt, die in das Innere der Kammer
25 oder in die Substrate oder in einen darauf befindlichen Dünnfilm eindringen. Die zentrale Kammer arbeitet bei einem Betriebsdruck, der sehr viel niedriger als bei üblichen Kammern für chemische Abscheidung aus der Gasphase oder plasmagestützte chemische Abscheidung aus der Gasphase ist.
30 Der Druck innerhalb der Kammer beträgt vorzugsweise etwa 5 mTorr, während bei der plasmagestützten chemischen Abscheidung aus der Gasphase typischerweise ein Druck von etwa 2 Torr verwendet wird. Die Plasmadichte innerhalb der Kammer ist viel höher als bei der normalen chemischen
35 Abscheidung aus der Gasphase, selbst wenn sie plasmagestützt ist, und liegt vorzugsweise über 10^{16} Ionen/m³, vorzugsweise im Bereich von 10^{16} bis 10^{22} und insbesondere im Bereich von

10¹⁷ bis 10¹⁹ Ionen/m³. Die Plasmadichte könnte aber auch noch höher sein. Im Vergleich hierzu liegt beim typischen Betriebsdruck einer Kammer zur plasmagestützten chemischen Abscheidung aus der Gasphase die Plasmadichte im Bereich von 5 10¹⁴ bis 10¹⁶ Ionen/m³.

Ein Charakteristikum des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass der Materialabscheidung eine Ionensputterätzung überlagert wird. Diese sollte beitragsmäßig so groß sein, 10 dass sich wie bereits angedeutet ein Wachstumsselektionsprozeß herausbildet. Zu diesem Zweck kann die Schicht mit Ar-Ionen, Ne-Ionen oder auch anderen Ionen gesputtert werden. Als Kohlenstoffprekursor sind Gase wie CH₄, C₂H₆, C₂H₄, C₂H₂ und C₃H₆ geeignet. Weiterhin vorteilhaft für 15 die Schichtbildung ist das Zufügen relativ großer Anteile an Wasserstoff. Mit zunehmenden Ionenbeschuß und zunehmenden Wasserstoffanteil in der Gasphase werden die erzeugten Kohlenstoffschichten härter, weil beide Parameter ein Ätzen der graphitartigen Anteile in der Kohlenstoffschicht bedingen, wobei die gleichzeitig vorliegenden Diamantanteile nicht zurückgeätzt werden, da sie diesem Angriff gegenüber 20 resistenter sind. Die so gebildete Schicht ist resistenter gegenüber Ionen-Ätzprozessen und ergibt mithin eine Hartmaske höherer Qualität. Gleichzeitig ermöglicht der simultane 25 Abscheide-Sputterprozess ein Auffüllen von Gräben oder Löchern auf strukturierten Oberflächen. Die durch das HDP-Verfahren abgeschiedene Kohlenstoffschicht weist einen niedrigeren Wasserstoffgehalt als die durch das PECVD-Verfahren abgeschiedene Kohlenstoffschicht auf. Insbesondere 30 kann durch geeignete Einstellung der Parameter der Wasserstoffanteil auf unter 5 % gedrückt werden. Die Kohlenstoffschicht füllt sich lunkerfrei in kleinste Strukturen mit Durchmessern unterhalb von 100 nm und ist in der Lage, Topographien zu planarisieren.

35

Sowohl der Ionenbeschuss als auch die Substrattemperatur können während der Abscheidung gezielt variiert werden. Dadurch

wird die Bildung sogenannter Gradientenschichten möglich, d.h. mit der Schichttiefe können die optischen Eigenschaften und auch die mechanischen Eigenschaften verändert werden. Dadurch werden optimale antireflektierende Schichten erzeugt,

- 5 da eine Veränderung des Brechungsindex mit der Schichttiefe eine maximale Reflexionsminderung bedeutet. Gleichzeitig kann der Prozess so gestaltet werden, dass die Härte beispielsweise in den untersten Schichtbereichen größer ist als an der Schichtoberfläche. Das ermöglicht eine optimale Prozessführung beim nachfolgenden Trockenätzprozess.

Gegebenenfalls kann als Abscheideverfahren auch ein PECVD-
(plasma enhanced chemical vapor deposition)

- Abscheideverfahren gewählt werden. Dabei ist Voraussetzung,
15 dass diejenige Elektrode des üblicherweise verwendeten Parallelplattenreaktors, auf der die Substrate angeordnet sind, als Kathode geschaltet wird. In diesem Fall wird ein Teil der aufwachsenden Schicht durch die Ionen wieder weggesputtert. Um erfindungsgemäß einen
20 Wachstumsselektionsprozeß herbeizuführen, können wie beim HDP-Abscheideverfahren Elemente wie Argon, Neon u.a. zur Bildung entsprechender Ionen in verstärktem Maße dem Reaktor zugeführt werden.

- 25 Gewünschtenfalls kann das beschriebene Verfahren der Verwendung einer Kohlenstoff-Hartmaskenschicht auch mit dem eingangs beschriebenen CARL-Prozess kombiniert werden, bei welchem eine chemische Verstärkung der Resistlinien der Photoreistschicht herbeigeführt wird. Diese chemische Verstärkung
30 kann beispielsweise durch eine nasschemische Silylierung, also die Anlagerung von Silyl-Gruppen an das organische Resistmaterial bewirkt werden, wie es beispielsweise in den Druckschriften DE 42 26 464, EP 0 395 917 oder US-5,234,793 beschrieben worden ist.

- 35 Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere zur Erzeugung der bereits eingangs beschriebenen Grabenisolations

11

in der Herstellung von Speicherzellen mit Grabenkondensator und Auswahltransistor durch den sogenannten AA-Prozess (active area). Für diesen Prozess wird derzeit eine Borsilikatglas-Hartmaske als Ätzmaske verwendet, was aus verschiedenen Gründen keine optimale Lösung ist.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in Verbindung mit den Zeichnungsfiguren näher erläutert. Es zeigen:

10

Fig. 1 A - F verschiedene Stadien bei der Strukturierung eines Substrats nach einer ersten Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Verwendung chemischer Resistverstärkung;

15

Fig. 2A-E verschiedene Stadien bei der Strukturierung eines Substrats nach einer zweiten Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Verwendung einer ätzresistenten Zwischenschicht.

20

Gemäß Fig. 1A wird zunächst ein zu strukturierendes Substrat 1 bereitgestellt, bei welchem es sich beispielsweise um einen Chip bzw. Wafer handeln kann, in welchen bereits eine matrixförmige Anordnung aus Grabenkondensatoren prozessiert worden ist, die jeweils Speicherzellen zugehörig sind. Durch den hier im folgenden beispielhaft dargestellten Strukturierungsprozess sollen zwischen den Grabenkondensatoren Isolationsgebiete (STI) erzeugt werden. Da die zur Erzeugung der Isolationsgebiete zu entfernenden Abschnitte auch jeweils Teilabschnitte der prozessierten Grabenkondensatoren enthalten, muss demzufolge auch Siliziumoxid geätzt werden, da die Grabenkondensatoren im allgemeinen einen aus Siliziumoxid bestehenden Isolationskragen aufweisen.

35 Auf dem solchermaßen vorprozessierten Substrat 1 wird nun zunächst eine Kohlenstoff-Hartmaskenschicht 2 aufgebracht. Die Erzeugung der Kohlenstoff-Hartmaskenschicht 2 erfolgt wie be-

schrieben durch ein plasmaunterstütztes Abscheideverfahren. Bei dem genannten Anwendungsfall der Vorbereitung von Isolationsgebieten liegt im allgemeinen eine topographische Struktur vor, bei der es vorteilhaft ist, für die Abscheidung der Kohlenstoff-Hartmaskenschicht 2 ein HDP-Verfahren zu wählen, damit sich der Kohlenstoff lunkerfrei in alle vorhandenen Gräben und Löcher einfüllt. Die Dicke der Kohlenstoff-Hartmaskenschicht 2 liegt im Bereich 50 - 300 nm.

10 Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird es darüber hinaus möglich, die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht 2 prozessangepasst mit optimalen schichtdickenabhängigen Eigenschaften herzustellen. Die Hartmaskenschicht 2 kann beispielsweise als Gradientenschicht derart ausgebildet sein, dass sie nur in einem unteren Schichtdickenabschnitt diamantartige Struktur aufweist, in einem oberen Schichtdickenabschnitt jedoch optimale antireflektierende Eigenschaften aufweist. Letztere bedingen möglicherweise, dass die Struktur keine diamantartige Struktur, sondern eine mehr graphitartige Struktur mit einem bestimmten höheren Wasserstoffanteil aufweist. Der grosse Vorteil des HDP-Verfahrens gegenüber dem PECVD-Verfahren liegt darin, dass sich die die Struktur der abzuscheidenden Schicht bestimmenden Parameter während der Schichtabscheidung besser variieren lassen. Wenn ein Übergang von einer amorphen, graphitartigen Struktur zu einer diamantartigen Struktur erzeugt werden soll, so muß beispielsweise nur der Anteil des zugeführten Wasserstoffs und/oder der Anteil zusätzlicher ionisierbarer Gase wie Argon oder Neon auf einen bestimmten Wert gesteigert werden. Durch die dann zunehmenden Ätzprozesse kann die Struktur nicht mehr graphitartig aufwachsen, so dass nur noch die diamantartig entstehenden Strukturen von Bestand sind.

35 Anschließend wird auf die erzeugte Struktur eine Schicht 3 eines positiven Photoresists abgeschieden. Diese Photoresistschicht 3 wird dann durch konventionelle Belichtung mittels einer Chrommaske 5 belichtet, anschließend werden die

belichteten Bereiche entfernt, so dass Resistbereiche 3A auf der Kohlenstoff-/Hartmaskenschicht 2 zurückbleiben. Das Ergebnis ist in Fig. 1B dargestellt.

- 5 Anschließend wird eine chemische Verstärkung der Resistbereiche 3A durch eine nasschemische Silylierung durchgeführt, bei welcher sich Silyl-Gruppen an das organische Material der Photoresistbereiche 3A anlagern, so dass um die Resistbereiche 3A Verstärkungsbereiche 4A aus Silyl-Gruppen gebildet
10 werden. Das Ergebnis ist in der Fig. 1C dargestellt.

Im nächsten Schritt erfolgt die Öffnung der Kohlenstoff-Hartmaskenschicht 2, die beispielsweise durch einen anisotropen Trockenätzprozess mit einem O₂-Plasma durchgeführt werden
15 kann, bei welchem die verstärkten Resistbereiche 3A als Ätzmaske wirken. Die Ätzung wird zunächst nur bis zu der Oberfläche des Substrats 1 durchgeführt. Unterhalb der verstärkten Resistbereiche 3A entstehen durch diesen Ätzschritt Maskenbereiche 2A der Kohlenstoff-Hartmaskenschicht, die für den
20 nachfolgenden Ätzschritt an dem Substrat 1 als Äzhartmaske dienen. Das Ergebnis ist in der Fig. 1D dargestellt.

Anschließend wird der eigentliche Strukturierungsprozess des Substrats 1 durch einen anisotropen Trockenätzschritt durchgeführt, bei welchem die Maskenbereiche 2A als Äzhartmaske dienen. Der Trockenätzschritt kann beispielsweise mit einem O₂-Plasma erfolgen. Unterhalb der Maskenbereiche 2A verbleiben ungeätzte Substratbereiche 1A, in denen beispielsweise in dem obengenannten Anwendungsfall der Erzeugung von Isolationsgebieten fertig prozessierte Grabenkondensatoren und Ausfalltransistoren von Speicherzellen angeordnet sein können.
30 Das Ergebnis ist in der Fig. 1E dargestellt.

Schließlich können in einem letzten Verfahrensschritt die
35 Maskenbereiche 2A durch einen einfachen Stripping-Prozess mit einem O₂-Plasma entfernt werden. Das in Form der Substratbe-

reiche 1A strukturierte Substrat 1 ist in der Fig. 1F dargestellt.

5 Für die Erzeugung von Isolationsbereichen müssen in einem späteren, nicht dargestellten Verfahrensschritt die freigeätzten Bereiche durch ein geeignetes Isolationsmaterial aufgefüllt werden.

10 Die in den Fig. 1D-F dargestellten Verfahrensschritte können gegebenenfalls in einer einzigen Reaktionskammer nacheinander durchgeführt werden.

Gemäß Fig. 2A wird auf ein zu strukturierendes Substrat 1 nach einem erfindungsgemäßen plasmaunterstützten

15 Abscheideverfahren eine Kohlenstoff-Hartmaskenschicht 2 abgeschieden. Auf diese wird dann beispielsweise durch ein PECVD-Verfahren eine ätzresistente Zwischenschicht 5 aufgebracht, die beispielsweise durch eine ca. 25 nm dicke Siliziumoxidnitrid (SiON) gebildet sein kann. Die
20 Zwischenschicht 5 muß eine ausreichende Ätzresistenz bei der Ätzung der Kohlenstoff-Hartmaskenschicht 2 aufweisen. Auf die Zwischenschicht 5 wird dann die Photoresistschicht aufgebracht und strukturiert, so dass maskierte Bereiche 3A stehenbleiben.

25 Gemäß Fig. 2B wird anschließend zunächst die Struktur der Photoresistschicht in die Zwischenschicht 5 übertragen, so dass maskierte Bereiche 5A der Zwischenschicht 5 unterhalb der maskierten Bereiche 3A der Photoresistschicht
30 resultieren. Die SiON-Schicht 5 kann in einem Trockenätzprozeß mit Ätzgasen wie Ar, CHF₃, CF₄ o.ä. beispielsweise in einem MERIE-Reaktor geätzt werden. Denkbar sind ebenso ICP-, ECR- oder andere Plasmaätzreaktoren.

35 Gemäß Fig. 2C werden die maskierten Photoresistbereiche 3A in einem Standardlackierascher entfernt.

15

Dann wird entsprechend Fig.2D die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht 2 strukturiert, so dass maskierte Bereiche 2A unterhalb der maskierten SiON-Bereiche 5A gebildet werden. Dies kann vorzugsweise in einem Trockenätzprozeß in einem MERIE-Reaktor unter Verwendung von O₂- und/oder N₂-Ätzmedien durchgeführt werden. Diese Ätzung kann mit hoher Selektivität zu den maskierten SiON-Bereichen 5A durchgeführt werden. Hierbei kann auch in-situ der Photolack entfernt werden, so dass der Zwischenschritt der Fig.2C unter Verwendung des Standardlackieraschers eingespart wird.

Anschließend wird wie bereits in Verbindung mit Fig.1 beschrieben, das Substrat 1 mittels der maskierten Kohlenstoff-Hartmaskenbereiche 2A strukturiert, so dass strukturierte Substratbereiche 1A gebildet werden.

20

Patentansprüche

1. Verfahren zur photolithographischen Erzeugung von Strukturen in einem Substrat (1), bei welchem
 - 5 a) durch ein plasmaunterstütztes Abscheideverfahren eine Kohlenstoff-Hartmaskenschicht (2) auf das Substrat (1) aufgebracht wird,
 - b) die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht (2) strukturiert wird, und
- 10 c) die Struktur der Kohlenstoff-Hartmaskenschicht (2) in das Substrat (1) übertragen wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - im Verfahrensschritt a) die Abscheidung derart durchgeführt wird, dass die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht (2) in mindestens einem Schichtdickenabschnitt eine einem Diamanten vergleichbare Härte aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - im Verfahrensschritt a) bei der Erzeugung des diamantartigen Schichtdickenabschnitts die Parameter bei der Abscheidung derart eingestellt werden, dass graphitartig entstehende Bereiche durch nachfolgende Ätzprozesse wieder entfernt werden und dass entstehende Bereiche diamantartiger Härte bestehen bleiben.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - ein zusätzlicher Ionenbeschuss bei der Abscheidung insbesondere durch Einbringen von Ar und/oder Ne herbeigeführt wird, und/oder
 - relativ grosse Anteile von Wasserstoff zugeführt werden.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
35 dadurch gekennzeichnet, dass

17

- im Verfahrensschritt a) als Kohlenstoffprekursor eines oder mehrere der Gase CH₄, C₂H₆, C₂H₄, C₂H₂ und C₃H₆ verwendet werden.

5 5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

- im Verfahrensschritt a) ein HDP-Abscheideverfahren verwendet wird.

10 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

- bei der Erzeugung des diamantartigen Schichtdickenabschnitts eine Substrattemperatur von 200°C-750°C, insbesondere von 600°C-750°C eingestellt wird.

15

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

- im Verfahrensschritt a) ein PECVD-Abscheideverfahren verwendet wird.

20

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

- im Verfahrensschritt b) auf die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht (2) eine Photoresistschicht (3) aufgebracht, photolithographisch strukturiert und die Struktur in die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht (2) übertragen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

- 30 - zwischen die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht (2) und die Photoresistschicht (3) eine Zwischenschicht (5) eingebracht wird, und
- die in der Photoresistschicht (3) erzeugte Struktur in die Zwischenschicht (5) übertragen wird und anschließend in die 35 Kohlenstoff-Hartmaskenschicht (2) übertragen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,

18

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

- die Photoresistschicht (3) nach ihrer Strukturierung chemisch verstärkt wird.

5 11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

- die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht (2) als Gradientenschicht ausgebildet wird.

10 12. Verfahren nach Anspruch 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

- der Verfahrensschritt a) derart durchgeführt wird, dass die Kohlenstoff-Hartmaskenschicht (2) tiefenabhangig in ihrer Zusammensetzung, insbesondere ihrem Wasserstoffanteil,

15 und/oder ihrer Struktur variiert.

13. Verfahren zur Herstellung von Isolationsbereichen zwischen in einem Substrat (1) ausgebildeten Bauelementen, insbesondere Grabenkondensatoren, bei welchen

- 20
- das Substrat (1) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche strukturiert wird, und
 - die entfernten Bereiche durch ein isolierendes Material aufgefüllt werden.

25

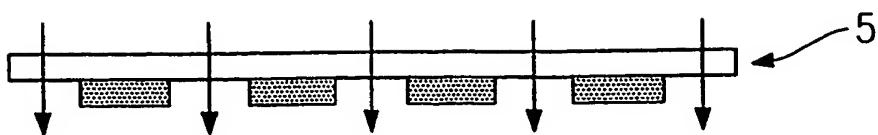


Fig. 1A

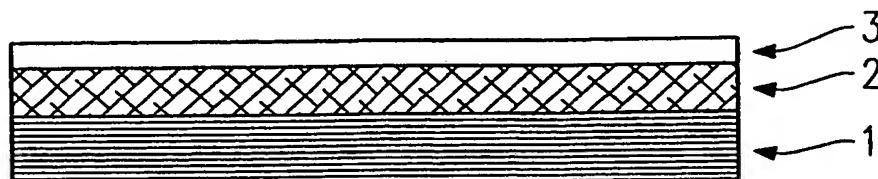


Fig. 1B

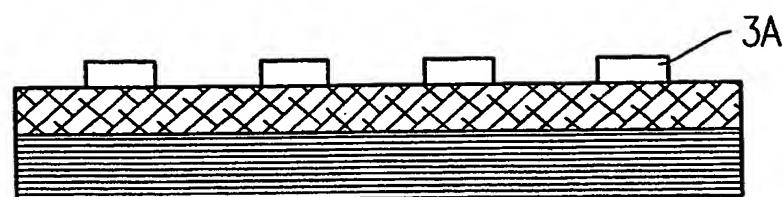


Fig. 1C

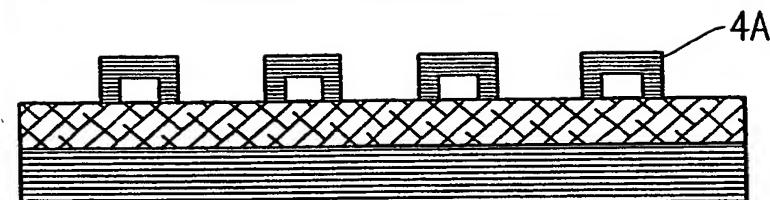


Fig. 1D

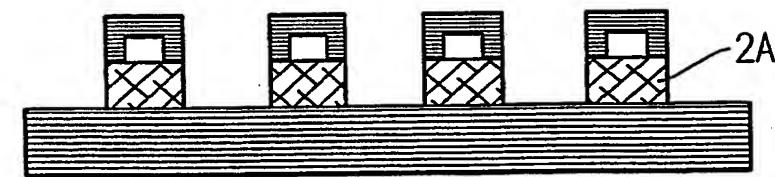


Fig. 1E

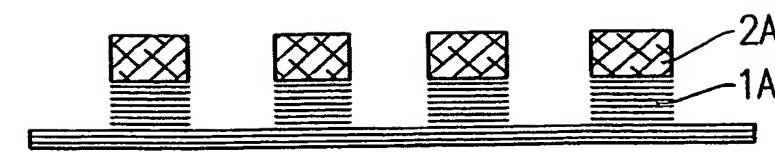


Fig. 1F

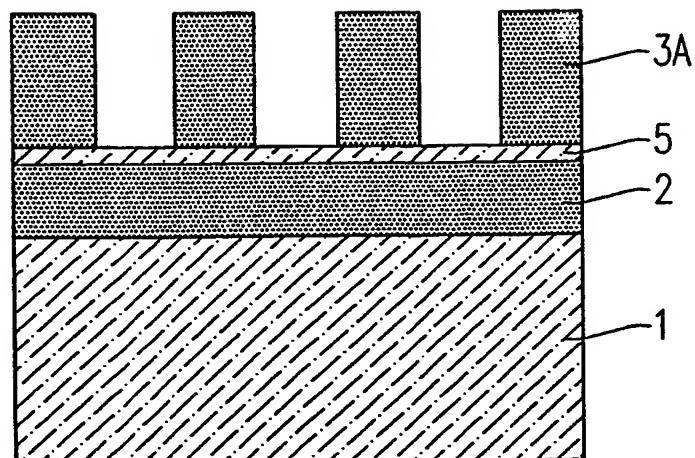


Fig. 2A

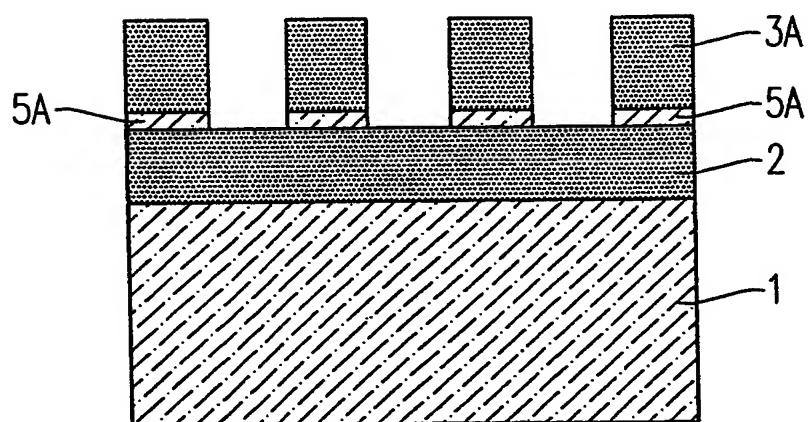


Fig. 2B

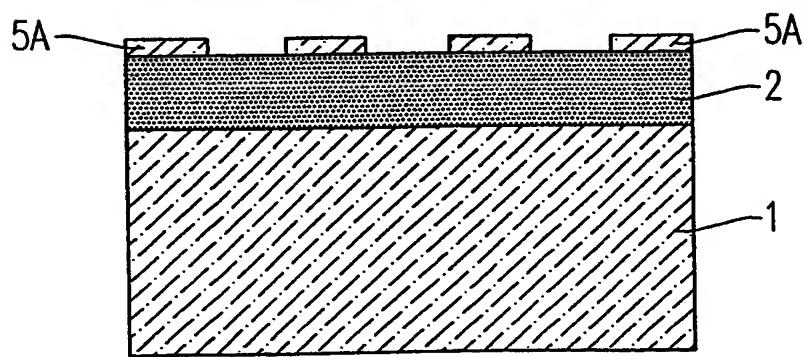


Fig. 2C

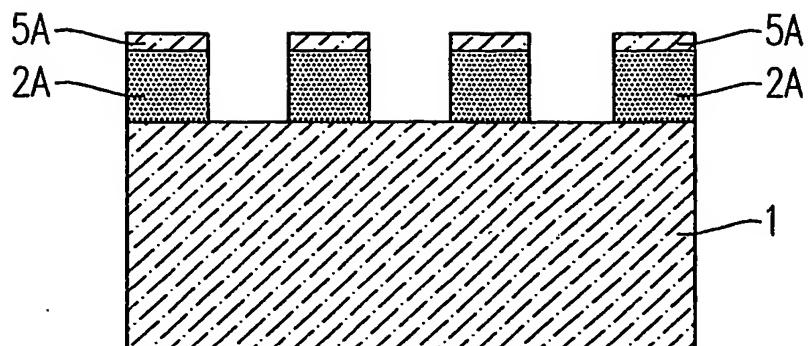


Fig. 2D

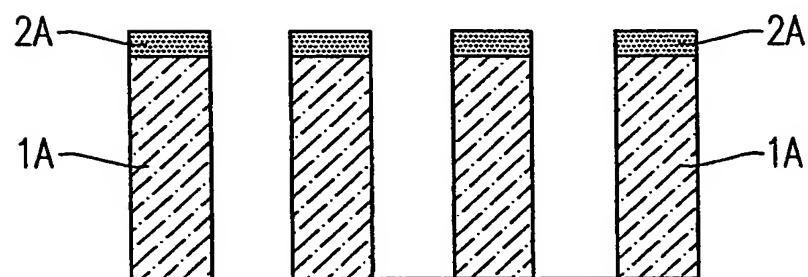


Fig. 2E

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Mai 2003 (08.05.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/038875 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 21/033**,
21/027, 21/314, C23C 16/26, 16/27, G03F 7/09, 7/11

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): CZECH, Guenther [DE/DE]; Seeligstrasse 17, 01465 Langebrück (DE). FUELBER, Carsten [DE/DE]; Bachstrasse 15, 01099 Dresden (DE). KJRCHHOFF, Markus [DE/DE]; Steinstrasse 9, 01458 Ottendorf-Okrilla (DE). STEGEMANN, Maik [DE/DE]; Schunkstrasse 3, 01157 Dresden (DE). VOGT, Mirko [DE/DE]; Burckhardstrasse 9, 01307 Dresden (DE). WEGE, Stephan [DE/DE]; Hauptstrasse 7 A, 01474 Weissing (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04034

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Oktober 2002 (29.10.2002)

(74) Anwalt: LAMBSDORFF, Matthias; Dingolfinger Strasse 6, 81673 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

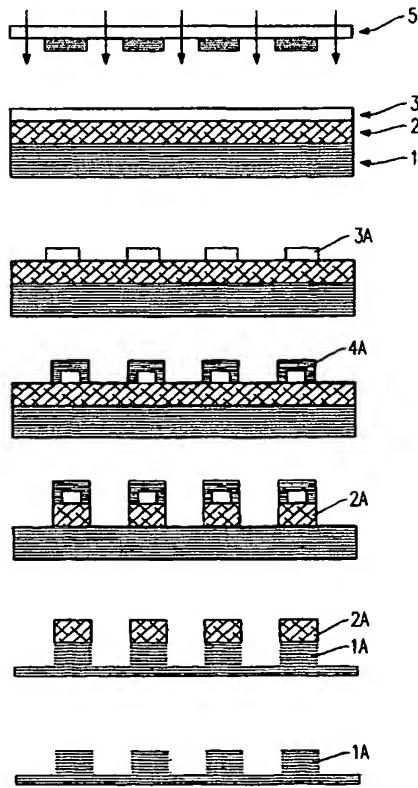
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(30) Angaben zur Priorität:
101 53 310.1 29. Oktober 2001 (29.10.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

(54) Title: METHOD FOR PHOTOLITHOGRAPHIC STRUCTURING BY MEANS OF A CARBON HARD MASK LAYER WHICH HAS A DIAMOND-LIKE HARDNESS AND IS DEPOSITED BY MEANS OF A PLASMA METHOD

(54) Bezeichnung: PHOTOLITHOGRAPHISCHES STRUKTURIERUNGSVERFAHREN MIT EINER DURCH EIN PLASMA-VERFAHREN ABGESCHIEDENEN KOHLENSTOFF-HARTMASKENSCHICHT MIT DIAMANTARTIGER HÄRTE



(57) Abstract: According to the invention, a carbon hard mask layer (2) is applied to a substrate to be structured (1) by means of a plasma-enhanced deposition method in such a way that it has a diamond-like hardness in at least one vertical section of a layer. During the production of said diamond-type vertical section of a layer, the deposition parameters are adjusted in such a way that certain diamond-type growth regions are removed in situ by means of subsequent etching processes, and other diamond-type regions remain.

(57) Zusammenfassung: Eine Kohlenstoff-Hartmaskenschicht (2) wird derart durch ein plasmaunterstütztes Abscheideverfahren auf ein zu strukturierendes Substrat (1) aufgebracht, dass sie in mindestens einem Schichtdickenabschnitt eine einem Diamanten vergleichbare Härte aufweist. Bei der Erzeugung dieses diamantartigen Schichtdickenabschnitts werden die Parameter bei der Abscheidung derart eingestellt, dass andere als diamantartig entstehende Wachstumsbereiche in-situ durch nachfolgende Ätzprozesse wieder entfernt werden und dass diamantartig entstehende Bereiche bestehen bleiben.

WO 03/038875 A3



(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent
(DE, FR, GB, IE, IT).

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts: 6. November 2003

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/04034

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L21/033 H01L21/027 H01L21/314 C23C16/26 C23C16/27
G03F7/09 G03F7/11

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L C23C G03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	US 6 316 329 B1 (NAKAGAWA SHINJI ET AL) 13 November 2001 (2001-11-13) column 6, line 1-61; claim 1; figures 3A-3F	1, 4-10, 13
X	& JP 2000 200828 A (NEC CORP.) 18 July 2000 (2000-07-18) ---	1, 4-10, 13
E	EP 1 271 546 A (HEWLETT PACKARD CO) 2 January 2003 (2003-01-02) paragraphs '0028!-'0031!; claims 1,2; figure 2A ---	1, 8
A	US 6 091 081 A (HORIUCHI TADAHIKO ET AL) 18 July 2000 (2000-07-18) column 8, line 8 -column 12, line 26; claim 1; figures 1-6 ---	1-13 -/-

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

*& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 August 2003

Date of mailing of the International search report

19/08/2003

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wolff, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/04034

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 656 128 A (MATSUNAGA DAISUKE ET AL) 12 August 1997 (1997-08-12) cited in the application column 4, line 53 -column 8, line 4 ----	1-13
A	EP 0 808 481 B (SIEMENS AG) 26 November 1997 (1997-11-26) cited in the application paragraphs '0009!-'0014! ----	1-13
A	US 5 981 398 A (TAO HUN-JAN ET AL) 9 November 1999 (1999-11-09) cited in the application column 6, line 45 -column 7, line 22 ----	1-13
A	US 6 030 541 A (OBERSCHMIDT JAMES M ET AL) 29 February 2000 (2000-02-29) column 4, line 10-17 -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International Application No
PCT/DE 02/04034

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6316329	B1	13-11-2001	JP JP	3259704 B2 2000200828 A		25-02-2002 18-07-2000
EP 1271546	A	02-01-2003	US CN EP JP	2002196647 A1 1393887 A 1271546 A2 2003068994 A		26-12-2002 29-01-2003 02-01-2003 07-03-2003
US 6091081	A	18-07-2000	JP JP GB GB GB US	3228183 B2 10223625 A 2319891 A ,B 2331846 A ,B 2334818 A ,B 6372628 B1		12-11-2001 21-08-1998 03-06-1998 02-06-1999 01-09-1999 16-04-2002
US 5656128	A	12-08-1997	JP KR US	6342744 A 188508 B1 6007732 A		13-12-1994 01-06-1999 28-12-1999
EP 0808481	B	26-11-1997	DE EP JP US WO	59602090 D1 0808481 A1 10513572 T 6042993 A 9624887 A1		08-07-1999 26-11-1997 22-12-1998 28-03-2000 15-08-1996
US 5981398	A	09-11-1999		NONE		
US 6030541	A	29-02-2000		NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen
PCT/DE 02/04034

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01L21/033 H01L21/027 H01L21/314 C23C16/26 C23C16/27
G03F7/09 G03F7/11

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01L C23C G03F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	US 6 316 329 B1 (NAKAGAWA SHINJI ET AL) 13. November 2001 (2001-11-13) Spalte 6, Zeile 1-61; Anspruch 1; Abbildungen 3A-3F & JP 2000 200828 A (NEC CORP.) 18. Juli 2000 (2000-07-18) ---	1, 4-10, 13
X		1, 4-10, 13
E	EP 1 271 546 A (HEWLETT PACKARD CO) 2. Januar 2003 (2003-01-02) Absätze '0028!-'0031!; Ansprüche 1,2; Abbildung 2A ---	1, 8
A	US 6 091 081 A (HORIUCHI TADAHIKO ET AL) 18. Juli 2000 (2000-07-18) Spalte 8, Zeile 8 -Spalte 12, Zeile 26; Anspruch 1; Abbildungen 1-6 ---	1-13
	-/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11. August 2003

19/08/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wolff, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat...les Aktenzeichen

PCT/DE 02/04034

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 656 128 A (MATSUNAGA DAISUKE ET AL) 12. August 1997 (1997-08-12) in der Anmeldung erwähnt Spalte 4, Zeile 53 -Spalte 8, Zeile 4 ---	1-13
A	EP 0 808 481 B (SIEMENS AG) 26. November 1997 (1997-11-26) in der Anmeldung erwähnt Absätze '0009!-'0014! ---	1-13
A	US 5 981 398 A (TAO HUN-JAN ET AL) 9. November 1999 (1999-11-09) in der Anmeldung erwähnt Spalte 6, Zeile 45 -Spalte 7, Zeile 22 ---	1-13
A	US 6 030 541 A (OBERSCHMIDT JAMES M ET AL) 29. Februar 2000 (2000-02-29) Spalte 4, Zeile 10-17 ----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

der selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/04034

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6316329	B1	13-11-2001	JP JP	3259704 B2 2000200828 A		25-02-2002 18-07-2000
EP 1271546	A	02-01-2003	US CN EP JP	2002196647 A1 1393887 A 1271546 A2 2003068994 A		26-12-2002 29-01-2003 02-01-2003 07-03-2003
US 6091081	A	18-07-2000	JP JP GB GB GB US	3228183 B2 10223625 A 2319891 A ,B 2331846 A ,B 2334818 A ,B 6372628 B1		12-11-2001 21-08-1998 03-06-1998 02-06-1999 01-09-1999 16-04-2002
US 5656128	A	12-08-1997	JP KR US	6342744 A 188508 B1 6007732 A		13-12-1994 01-06-1999 28-12-1999
EP 0808481	B	26-11-1997	DE EP JP US WO	59602090 D1 0808481 A1 10513572 T 6042993 A 9624887 A1		08-07-1999 26-11-1997 22-12-1998 28-03-2000 15-08-1996
US 5981398	A	09-11-1999		KEINE		
US 6030541	A	29-02-2000		KEINE		

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USFTO)